

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-099202

(43)Date of publication of application : 11.04.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/321

H01L 21/60

(21)Application number : 06-091002

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1994

(72)Inventor : TOMURA YOSHIHIRO  
BESSHO YOSHIHIRO

(30)Priority

Priority number : 05103848  
05137090Priority date : 30.04.1993  
08.06.1993

Priority country : JP

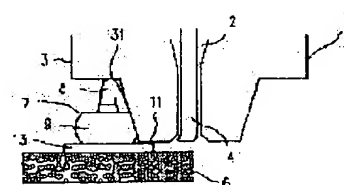
JP

## (54) CAPILLARY FOR WIRE BONDING DEVICE AND METHOD FOR FORMING ELECTRIC CONNECTION BUMP USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a wire bonding device which connects a semiconductor device with a circuit substrate, with ease and reliability, and a method for forming a bump, while the bump of desired height and shape is obtained with no extra levelling process, accompanied by shorter bump-formation time and less casts, relating to the process for forming a bump of a semiconductor device.

CONSTITUTION: Relating to a capillary 1 for ball-bonding for forming a bump 7 on an electrode pad 13 of a semiconductor device 6, a pressurizing member that pressurizes a ball-like tip of a metal wire 4 to an electrode pad 13 so that the tip is press-fixed to the pad 13, a draw-out hole 2 that, provided at the pressurizing member, supplies with the metal wire 4, and a levelling member 31 far uniforming the heights of bumps 7 formed on the electrode pad 13, are provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.07.1999

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3022151

[Date of registration] 14.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection] 11-13843[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection] 25.08.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 9 9 2 0 2

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
H O 1 L 21/321  
21/60 3 1 1 Q 6918 - 4 M  
9168 - 4 M H O 1 L 21/92 F

審査請求 未請求 請求項の数 2 1 O L (全 1 6 頁)

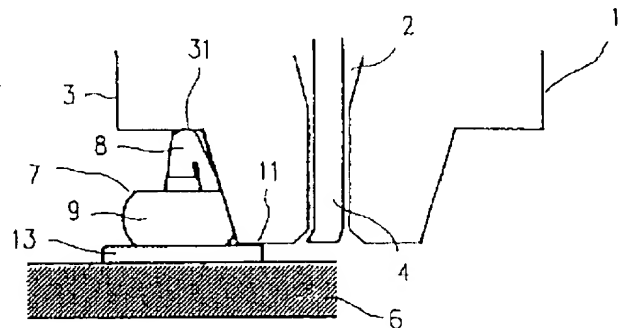
(21) 出願番号	特願平6-91002	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成6年(1994)4月28日	(72) 発明者	戸村 善広 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平5-103848	(72) 発明者	別所 芳宏 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平5(1993)4月30日	(74) 代理人	弁理士 森本 義弘
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )		
(31) 優先権主張番号	特願平5-137090		
(32) 優先日	平5(1993)6月8日		
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )		

(54) 【発明の名称】 ワイヤボンディング装置用のキャピラリー及びそのキャピラリーを用いた電気的接続パンプの形成方法

(57) 【要約】

【目的】 半導体装置のパンプを形成する工程において別途にレベリング工程を設けずに所望の高さと形状のパンプが得られ、パンプ形成に要する時間とコストを削減しつつ、半導体装置と回路基板とを容易にかつ信頼性良く接続するワイヤボンディング装置とパンプ形成方法を提供する。

【構成】 半導体装置6の電極パッド13上にパンプ7を形成するためのボールボンディング用のキャピラリー1であって、金属ワイヤ4のボール状の先端部を電極パッド13に対して押圧してボール状の先端部を電極パッド13に圧着させる押圧部材と、押圧部材に設けられた、金属ワイヤ4を供給する導出孔2と、電極パッド13上に形成されたパンプ7の高さを揃えるためのレベリング部材31とを備えている。



- 1 キャピラリー
- 2 ワイヤ導出孔
- 3 突出部
- 4 金属ワイヤ
- 6 ICチップ
- 7 パンプ
- 8 パンプの頂部
- 9 パンプの底部
- 11 キャピラリーのフェイス
- 13 電極パッド
- 31 突出部の下端面

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体装置の電極パッド上にバンパを形成するためのボールボンディング用のキャピラリーであって、前記キャピラリーは、金属ワイヤのボール状の先端部を電極パッドに対して押圧し、前記ボール状先端部を前記電極パッドに圧着させる押圧部材と、前記押圧部材に設けられた、前記金属ワイヤを供給する導出孔と、前記電極パッド上に形成されたバンパの高さを揃えるためのレベリング部材とを備えたワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 2】 レベリング部材はキャピラリーの外周から突出した突出部である請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 3】 レベリング部材は、キャピラリーの外周に沿って設けられている請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 4】 レベリング部材は、キャピラリーの外周の一部分に設けられている請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 5】 押圧部材は、キャピラリーの下端面（第 1 の下端面）を含んでおり、レベリング部材は、バンパに対して（前記バンパ自身を）押圧する第 2 の下端面を有している請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 6】 レベリング部材は、第 2 の下端面が前記第 1 の下端面から所定の高さに位置するように設けられている請求項 5 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 7】 第 2 の下端面は凹凸面を有している請求項 5 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 8】 レベリング部材は、第 2 の下端面に隣接し、前記第 2 の下端面から下向きに突出するように形成されたガイド部を有している請求項 5 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 9】 押圧部材は、金属ワイヤを切断するためのエッジを有している請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 10】 キャピラリーの材質は、セラミックおよび人工ルビーからなる群から選ばれる請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 11】 第 2 の下端面は、キャピラリーが取り付けられたボンディング装置のステージに対して実質的に平行である請求項 5 に記載のワイヤボンディング装置用のキャピラリー。

【請求項 12】 ボールボンディング用のキャピラリーを用いて、半導体装置の電極パッド上にバンパを形成する方法であって、前記キャピラリーは、前記キャピラリーの下端面（第 1 の下端面）を含む押圧部材と、前記押圧部材に設けられ、金属ワイヤを供給する導出孔と、前

記キャピラリーの外周に設けられたレベリング部材とを有しており、

前記導出孔から供給された金属ワイヤの先端部をボール状に形成する工程（a）と、キャピラリーを下降させ、押圧部材によってボール状の先端部を電極パッド上に圧着することにより、バンパの第 1 部分を形成する工程

（b）と、キャピラリーを移動させながら金属ワイヤを供給し、第 1 部分の上にバンパの第 2 部分を形成する工程（c）と、キャピラリーを下降させることにより、押圧部材のエッジによって、第 2 部分を形成する金属ワイヤ部分を導出孔中の金属ワイヤ部分から切断し、同時に、レベリング部材によってバンパをレベリングする工程（d）とを包含するキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 13】 工程（c）において、キャピラリーは、第 1 部分の上方においてループ状軌道を描くように移動し、バンパの第 2 部分を形成する金属ワイヤは、リング状または逆 U 字型に前記第 1 部分の上に形成される請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 14】 レベリング部材は、第 1 の下端面から所定の高さに位置する第 2 の下端面を有しており、工程（d）において、第 2 の下端面によってバンパが押圧されることにより、前記バンパが所定の高さに形成される請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 15】 工程（d）において、キャピラリーは、第 1 の下端面が電極パッドに当接するまで下降する請求項 14 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 16】 第 2 の下端面は凹凸面を有しており、工程（d）において、バンパの上端面に凹凸面が形成される請求項 14 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 17】 レベリング部材は、第 2 の下端面に隣接して前記第 2 の下端面から下向きに突出するように形成されたガイド部を有しており、工程（d）において、バンパの前記第 2 部分は、ガイド部によって支持される請求項 14 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 18】 工程（b）において、第 1 の部分は熱圧着によって形成される請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 19】 工程（b）において、第 1 の部分は超音波振動によって形成される請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 20】 工程（b）において、第 1 の部分は、熱圧着および超音波振動の併用によって形成される請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンパの形成方法。

【請求項 21】 金属ワイヤの材質は、Au、Cu、Al、および半田からなる群から選ばれる請求項 12 に記載のキャピラリーを用いた電氣的接続バンプの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置を回路基板に実装するための装置および方法に関し、特に、ワイヤボンディング装置用のキャピラリーと、そのキャピラリーを用いて、回路基板の端子電極と半導体装置の電極パッドとを電氣的に接続するための電氣的接続接点（バンプ）を形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、IC の集積度が高くなり、半導体装置のパッケージの小型化と接続端子数の増加が進んでいる。LSI チップ 1 個当たりの電極パッド数が増加して接続端子の間隔が狭くなり、従来からの半田付けの技術では、半導体装置を実装することが困難になっている。

【0003】最近では LSI チップ等の半導体装置を、回路基板の入出力端子電極上に直接実装する様々な方法が考案されている。なかでも、半導体装置を回路基板上にフェイスダウン状態でフリップチップ実装する方法は、半導体装置と回路基板との電氣的接続が一括してできること、および接続後の機械的強度が強いことから有用な方法であるとされている。半導体装置と回路基板の電極パッドとを電氣的に接続するためのバンプ（突起電極）は、電解メッキ法、半田層への浸漬法、蒸着法、およびワイヤボンディング法を用いたボールボンディング法等によって形成される。

【0004】従来のワイヤボンディング装置用のキャピラリーは、たとえば、マイクロスイス社のボンディングハンドブックやキャピラリカatalog に記載されている。図 19 は、1 例として従来のワイヤボンディング装置用のキャピラリー 100 を示し、図 20 (a) はその先端部 110 の概略断面を示す図である。図 20 (b) は、キャピラリーの先端部 110 の形状をより詳細に示している。

【0005】図 20 (a) に示されるように、円筒形のキャピラリー 100 は、内部にボンディング用の金属ワイヤを挿入するためのワイヤ導出孔 102 を有している。ワイヤ導出孔 102 の大きさは、 $25\mu\text{m}\phi\sim 50\mu\text{m}\phi$  程度である。キャピラリー 100 の先端部 110 の外側には、ボンディングする間隔とボンディング後の金属ワイヤ（あるいはバンプ）の形状および大きさを考慮し、 $30^\circ$  程度の角度  $\alpha$  がつけられている。

【0006】たとえば、 $25\mu\text{m}\phi$  程度の金属ワイヤを用いる場合のキャピラリー 110 の先端部の形状が、図 20 (b) に示されている。この場合、ホール径 H :  $38\mu\text{m}$ 、チップ径 T :  $203\mu\text{m}$ 、およびチャンファ

径 CD :  $74\mu\text{m}$  である。このようなキャピラリー 100 を用いることによって、半導体装置の電極パッド上にバンプを形成したり、他の回路基板の端子電極への電氣的な接続を行うことができる。図 20 (a) および

(b) に示されるようなキャピラリーは、通常、ボンディングピッチが  $120\sim 140\mu\text{m}$  程度のボンディングに用いられる。

【0007】図 21、図 22 (a) および (b) は、もう一つの従来のワイヤボンディング装置用のキャピラリー 200 を示している。キャピラリー 200 は、通常、ボンディングピッチが  $140\mu\text{m}$  以下のボンディングに用いられる。図 21 に示されるように、円筒形のキャピラリー 200 は、より狭いボンディングピッチに対応するために、先端部を細く形成したボトルネック 210 を有している。ボトルネック 210 の高さ NH は、通常  $500\mu\text{m}$  程度であり、図 22 (a) に示される例では  $460\mu\text{m}$  である。キャピラリー 200 は、キャピラリー 100 と同様に、内部にボンディング用の金属ワイヤを挿入するためのワイヤ導出孔 102 を有している。ワイヤ導出孔 102 の大きさは、 $25\mu\text{m}\phi\sim 50\mu\text{m}\phi$  程度である。キャピラリー 200 のボトルネック部 210 の外側は、ボンディングする間隔とボンディング後の金属ワイヤ（あるいはバンプ）の形状および大きさを考慮し、 $10^\circ$  程度の角度  $\beta$  がつけられている。

【0008】たとえば、 $25\mu\text{m}\phi$  程度の金属ワイヤを用いる場合のキャピラリー 200 の先端部の形状が図 22 (b) に示されている。この場合、ホール径 H :  $38\mu\text{m}$ 、チップ径 T :  $152\mu\text{m}$ 、およびチャンファ径 CD :  $64\mu\text{m}$  である。このようなキャピラリー 200 を用いることによって、半導体装置の電極パッド上にバンプを形成したり、他の回路基板の端子電極への電氣的な接続を行うことができる。

【0009】次に、上述のようなワイヤボンディング用のキャピラリーを用いて、ボールボンディング法によって半導体装置のバンプを形成する従来の方法を説明する。たとえば、特開平 2-34949 号公報には、2 段突出形状の電氣的接続バンプ（以下 2 段バンプという）と、従来のキャピラリーを用いた 2 段バンプの形成方法が示されている。

【0010】図 23 (a) ~ (d) は、従来のボールボンディング法によって、IC チップ 106 の上に形成された電極パッド 103 の上に、キャピラリー 101 を用いて 2 段バンプ 107 を形成する方法の概略を示している。

【0011】まず、図 23 (a) に示すように、キャピラリー 101 のワイヤ導出孔 102 に  $25\mu\text{m}\phi$  の金属ワイヤ 104 を通す。そして、金属ワイヤ 104 の先端に、ガスの炎、電氣的パルス、あるいは超音波振動などによって熱エネルギーを与えることにより、金属ワイヤ 104 の径の約 2 ~ 3 倍の径を有するボール 105 を形

成する。

【0012】次に、図23(b)に示すように、金属ワイヤ104の先端に形成されたボール105を、キャピラリー101を降下させることにより、ICチップ106の電極パッド103に当接させる。熱圧着の方法や超音波振動を与えることによってボール105を電極パッド103に固着させ、パンプ107の底部109を形成する(第1のボンディング)。前記底部109は、外径80~90 $\mu\text{m}$ 程度、高さ15~30 $\mu\text{m}$ 程度の大きさに形成される。

【0013】そして、図23(c)に示すように、パンプ107の底部109と、キャピラリー101のワイヤ導出孔102に通された金属ワイヤ104とが繋がった状態のまま、キャピラリー101をループ状に移動させる。キャピラリー101は、まず、パンプ107の底部109上方に垂直に上昇してからループ状軌道を描くように移動し、その後、垂直に降下しながら金属ワイヤ104を切断する(第2のボンディング:図23

(d))。図23(d)に示されるように、キャピラリー101のループ状の運動により、底部109の上には金属ワイヤ104がリング状または逆U字状に形成される。この部分がパンプ107の頂部108を形成する。キャピラリー101の端部のエッジ部分111によって金属ワイヤ104が切断されることにより、図24に示されるように、2段パンプ107が形成される。

【0014】ボンディングの圧力は、第1および第2ボンディング共に、ワイヤの材質とワイヤ径に応じて1パンプ当たり20~45gの範囲内で設定されている。図24は、従来のボールボンディング方法によって形成された典型的な2段パンプの形状を示している。2段パンプ107(スタッドパンプ)は、外径Rが80~90 $\mu\text{m}$ 程度、全体の高さ $h_1$ が60~80 $\mu\text{m}$ 程度である。

【0015】上述のようにして得られた2段パンプ107の高さを揃えるために、通常、パンプ107を平滑面で押圧するレベリング工程が行われる(図25参照)。ボールボンディング方法によって形成されたパンプは、他の方法によって形成されたパンプに比べて、高さのばらつきが大きいのである。また、半導体装置と回路基板との接合層に導電性接着剤を用いる場合には、レベリングを行うことによって、導電性接着剤の転写量を安定させるという効果がある。

【0016】図25に示されるように、レベリング工程においては、ICチップ106の電極パッド103上に形成された2段パンプ107は、フェイスダウン状態で平滑面112に対して押圧される。レベリング荷重は、通常、1パンプ当たり50g程度である。レベリング荷重は、ワイヤの材質とワイヤ径に応じて調整される。レベリングされた2段パンプ107の典型的な形状が図26に示されている。レベリングにより、2段パンプ107の全体の高さ $h_1$ は、40~50 $\mu\text{m}$ の範囲内に揃えら

れる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のキャピラリー及び従来のパンプ形成方法は、半導体装置にパンプを形成する工程と、形成したパンプをさらに整形するためのレベリング工程とを要するためにコストがかかる。また、レベリングを行うための装置も別途必要である。

【0018】しかし、レベリングを行わないと以下のような問題が生じるため、レベリング工程を省くことは好ましくない。まず、第1に、ボールボンディング法によって形成された(レベリングされていない)パンプの頂部108は、リング状や逆U字型の形状をしているので、頂部108の端部113の面積が小さいため(図24参照)、回路基板の端子電極との接触面積が小さい。また、パンプの高さのバラツキも大きいので、そのまま実装したのでは信頼性の高い接続を行うことができない。第2に、導電性接着剤を接合層に用いる場合には、レベリング前のパンプの上記のような形状では、パンプ先端部への導電性接着剤の転写量が少なく、転写量のバラツキも大きいことから、導電性接着剤硬化した後の接着強度が小さいので接着の信頼性が低い。また接続抵抗値も大きくなってしまう。

【0019】また、上述のような従来のパンプの形成方法では、図24に示されるような典型的なパンプ107の形状の他に、図27(a)~(c)に示されるような形状に形成される場合がある。図27(a)および

(b)に示されるパンプの形状は「2次剥がれ」と呼ばれ、キャピラリー101が金属ワイヤ104を切断した後に、リング状または逆U字状の部分114がパンプ107の本体から剥がれてしまった場合である。図27

(c)に示されるパンプの形状は、「テール立ち」と呼ばれる。パンプの横に張り出したテールの部分115が、パンプ底部の径の1/4を越えるものは不良となる。このようなパンプは、金属ワイヤ104が、キャピラリー101のエッジ111によって所定の位置でうまく切断されなかった場合に生じる。これらの形状のパンプは、接続接点として好ましくないパンプである。

【0020】図27(a)に示されるパンプにおいては、頂部116は2つに割れてしまっているので十分な強度を得ることができない。また、図27(c)に示されるパンプの場合、テール115が横に張り出しているため、その部分に導電性接着剤が保持されて広がると、隣接したパンプや電極とショートする危険性が非常に高くなる。したがって、これらの好ましくない形状のパンプは、接続不良やショートにつながるため、半導体装置と回路基板とを信頼性高く接続することができない。

【0021】また、図28(a)および(b)は、従来のレベリング工程において生じた不良パンプの形状を示している。これらのパンプは、レベリングにおいて頂部

10

20

30

40

50

が側方に倒れ込んでしまうことにより、好ましくない形状となっている。

【0022】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、半導体装置と回路基板とを容易にかつ信頼性良く接続するためのパンプを、別途の工程を付加することなく形成することを可能にするボールボンディング用のキャピラリー、およびそのキャピラリーを用いたパンプの形成方法を提供することにある。

【0023】また本発明の目的とするところは、好ましくない形状のパンプの形成を防止し、ばらつきの少ない安定した形状のパンプを形成することを可能にするボールボンディング用のキャピラリー、およびそのキャピラリーを用いたパンプの形成方法を提供することにある。

#### 【0024】

【課題を解決するための手段】本発明のキャピラリーは、半導体装置の電極パッド上にパンプを形成するためのボールボンディング用のキャピラリーであって、金属ワイヤのボール状の先端部を前記電極パッドに対して押圧し、前記ボール状先端部を前記電極パッドに圧着させる押圧部材と、前記押圧部材に設けられた、前記金属ワイヤを供給する導出孔と、前記電極パッド上に形成されたパンプの高さを揃えるためのレベリング部材とを備えた構成とする。

【0025】前記レベリング部材は、好ましくは前記キャピラリーの外周から突出した突出部とする。前記レベリング部材は前記キャピラリーの外周に沿って設けられていてもよい。

【0026】前記レベリング部材は前記キャピラリーの外周の一部分に設けられていてもよい。前記押圧部材は、前記キャピラリーの下端面（第1の下端面）を含んでおり、前記レベリング部材は、前記パンプを前記電極パッドに対して押圧する第2の下端面を有していてもよい。

【0027】前記レベリング部材は、好ましくは、前記第2の下端面が前記第1の下端面から所定の高さに位置するように設けられている。前記第2の下端面は凹凸面を有していてもよい。

【0028】前記レベリング部材は、前記第2の下端面に隣接し、前記第2の下端面から下向きに突出するように形成されたガイド部を有していてもよい。前記押圧部材は、前記金属ワイヤを切断するためのエッジを有していてもよい。

【0029】前記キャピラリーの材質は、好ましくは、セラミック及び人工ルビーからなる群から選ばれる。前記第2の下端面は、好ましくは、前記キャピラリーが取り付けられたボンディング装置（ボンダー）のステージに対して実質的に平行である。

【0030】本発明のパンプ形成方法は、ボールボンディング用のキャピラリーを用いて半導体装置の電極パッ

ド上にパンプを形成する方法であって、前記キャピラリーは、前記キャピラリーの下端面（第1の下端面）を含む押圧部材と、前記押圧部材に設けられ、金属ワイヤを供給する導出孔と、前記キャピラリーの外周に設けられたレベリング部材とを有しており、この方法は、前記導出孔から供給された前記金属ワイヤの先端部をボール状に形成する工程（a）と、前記キャピラリーを下降させ、前記押圧部材によって前記ボール状の先端部を電極パッド上に圧着することにより、前記パンプの第1部分を形成する工程（b）と、前記キャピラリーを移動させながら前記金属ワイヤを供給し、第1部分の上にパンプの第2部分を形成する工程（c）と、前記キャピラリーを下降させることにより、前記押圧部材のエッジによって、第2部分を形成する金属ワイヤ部分を導出孔中の金属ワイヤ部分から切断し、同時に、レベリング部材によって前記パンプをレベリングする工程（d）とを包含した方法とする。

【0031】前記工程（c）において、前記キャピラリーは、前記第1部分の上方においてループ状軌道を描くように移動し、前記パンプの第2部分を形成する前記金属ワイヤは、リング状または逆U字型に該第1部分の上に形成されてもよい。

【0032】前記レベリング部材は、好ましくは、前記第1の下端面から所定の高さに位置する第2の下端面を有しており、前記工程（d）において、前記第2の下端面によって前記パンプが押圧されることにより、前記パンプが所定の高さに形成される。

【0033】前記工程（d）において、前記キャピラリーは、好ましくは、前記第1の下端面が前記電極パッドに当接するまで下降する。前記第2の下端面は凹凸面を有しており、前記工程（d）において、前記パンプの前記第2部分の上端面に凹凸面が形成されてもよい。

【0034】前記レベリング部材は、前記第2の下端面に隣接して前記第2の下端面から下向きに突出するように形成されたガイド部を有しており、前記工程（d）において、前記パンプの前記第2部分は、前記ガイド部によって支持されてもよい。

【0035】前記工程（b）において、前記第1の部分は熱圧着によって形成されてもよい。前記工程（b）において、前記第1の部分は超音波振動によって形成されてもよい。

【0036】前記工程（b）において、前記第1の部分は、熱圧着および超音波振動の併用によって形成されてもよい。前記金属ワイヤの材質は、好ましくは、Au、Cu、Al、および半田からなる群から選ばれる。

【0037】前記工程（b）、（c）、（d）において、前記キャピラリーはZ方向の動作を行い、前記ボンディング装置（ボンダー）のステージはX-Y方向の動作を行い、これらの動きを組み合わせることによって、所望の2段パンプ（スタッドパンプ）を形成してもよ

い。

#### 【0038】

【作用】本発明は、半導体装置の電極パッド上にボールボンディング法によってバンプを形成するためのキャピラリーに、電極パッド上に形成されたバンプをレベリングするための部材を設けることより、バンプの形成と同時にバンプのレベリングを行うことを可能にするものである。レベリング部材は、好ましくはキャピラリーの外周から突出した突出部として設けられる。キャピラリーは、金属ワイヤのボール上先端部を電極パッドに圧着する押圧部材（キャピラリーの下端部分）を有しており、バンプを電極パッド上に形成した後、バンプにつながった金属ワイヤは押圧部材のエッジによって切断される。金属ワイヤが切断されると同時に、レベリング部材によってバンプが押圧整形される。レベリング部材の下端面（第2の下端面）は、キャピラリーの下端面（第1の下端面）から所定の高さに形成されているので、キャピラリーの下端面が電極パッドに当接するまで押圧することにより、バンプの高さは所定の高さに揃えられる。

【0039】このように、バンプの形成工程において同時にレベリングを行うため、工程数を減らすことができる。よってコストダウンすることができる。

#### 【0040】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

（実施例1）図1は本発明の第1の実施例におけるボールボンディング用のキャピラリー1を示す図、図2

（a）はその先端部10の概略断面図である。図2

（b）は、キャピラリー1の先端部10の形状をより詳細に示している。

【0041】図1に示されるように、円筒形のキャピラリー1は、その先端部10の外周部に設けられた、レベリング部材である突出部3を有している。キャピラリー1は、セラミックあるいは人工ルビーにより作られている。図2（a）に示されるように、突出部3の下端面（レベリング面）31は、キャピラリー1のフェイス（下端面）11に実質的に平行であり、キャピラリー1の先端のフェイス11からの高さが所定の値dであるように設けられている。下端面31の大きさは、ボンディングピッチおよびレベリングすべきバンプの先端径の大きさに応じて設定することができる。

【0042】キャピラリー1の内部には、ボンディング用の金属ワイヤを挿入するためのワイヤ導出孔2が設けられている。ワイヤ導出孔2の大きさは、 $25\mu\text{m}\phi\sim 50\mu\text{m}\phi$ 程度である。キャピラリー1の先端部10の外側は、ボンディングする間隔とボンディング後の金属ワイヤ（あるいはバンプ）の形状および大きさを考慮し、 $10\sim 30^\circ$ 程度の角度 $\alpha$ がつけられている。

【0043】たとえば、 $25\mu\text{m}\phi$ 程度の金属ワイヤを用いる場合のキャピラリー10の先端部の形状を、図2

（b）に示す。この場合、ホール径H： $38\mu\text{m}$ 、チップ径T： $203\mu\text{m}$ 、およびチャンファ径CD： $74\mu\text{m}$ である。

【0044】上述のようなキャピラリー1は、たとえば、図3に示すようなボンダー500に取り付けられて用いられる。ボンダー500において、キャピラリー1は超音波発信ツールでもあるアーム510の先端部に取り付けられ、ボンディングすべきデバイス（ICチップ）501はボンディングステージ520上に載置される。キャピラリー1は、アーム510と共に垂直方向に上下運動を行い、デバイス501は、ボンディングステージ520と共に水平方向（X-Y方向）に移動あるいは回転する。これらの垂直運動および水平運動の組合せによって、キャピラリー1は、デバイス501に対して任意の動きをすることができる。

【0045】次に、第1の実施例によるキャピラリー1を用いたボールボンディング法によって半導体装置のバンプを形成する方法を説明する。図4（a）～（d）は、本発明によるボールボンディング法によって、ICチップ6の上に形成された電極パッド13の上に、キャピラリー1を用いて2段バンプ7を形成する方法の概略を示している。

【0046】まず、図4（a）に示すように、キャピラリー1のワイヤ導出孔2に $25\mu\text{m}\phi$ の金属ワイヤ4を通す。そして、金属ワイヤ4の先端に、超音波振動、あるいはガスの炎や電氣的パルスなどによって熱エネルギーを与えることにより、金属ワイヤ4の径の約2～3倍の径を有するボール5を形成する。

【0047】金属ワイヤ4の材質は、Au、Al、Cu等のワイヤボンディング法を用いることが可能な金属であればよい。金属ワイヤ4の材質や線径は、形成するバンプ7の外径や高さ等に応じて選定することが可能である。

【0048】次に、図4（b）に示すように、キャピラリー1を降下させることにより、金属ワイヤ4の先端に形成されたボール5を、ICチップ6の電極パッド13に当接させる。熱圧着の方法や超音波振動を与えることによってボール5を電極パッド13に固着させ、バンプ7の底部9を形成する（第1のボンディング）。この第1のボンディングは、キャピラリー1の下端のフェイス11を用いて行われる。底部9は、外径 $80\sim 90\mu\text{m}\phi$ 程度、高さ $20\sim 30\mu\text{m}$ 程度の大きさに形成される。

【0049】そして、図4（c）に示すように、バンプ7の底部9と、キャピラリー1のワイヤ導出孔2に通された金属ワイヤ4とがつながった状態のまま、キャピラリー1をICチップ6に対してループ状に移動させる。キャピラリー1は、まず、バンプ7の底部9上方に垂直に上昇してからループ状軌道を描くように移動する。図4（d）に示されるように、キャピラリー1が、ICチ

ップ6に対してループ状に運動することにより、底部9の上には金属ワイヤ4がリング状または逆U字状に形成される。この部分がバンプ7の頂部8を形成する。この段階における頂部8の高さは、40～50 $\mu$ m程度である。

【0050】その後、キャピラリー1のエッジ部分21がバンプ7の底部9の外周に位置するようにキャピラリー1を移動させ、垂直に降下しながらエッジ部分21によって金属ワイヤ4を切断する(図4(e)参照)。キャピラリー1はそのまま降下を続け、図5に示すように、キャピラリー1の外周部に設けられた突出部分3の下端面31によってバンプ7を押圧整形する(第2のボンディング)。このとき、キャピラリー1は、そのフェイス11が電極パッド13に当接するまで下降する。バンプ7の全体の高さは、キャピラリー1のフェイス11と突出部3の下端面31と高さの差(すなわち、所定の値d)と等しくなるように揃えられ、レベリングが行われる。

【0051】ボンディング時の圧力は、たとえば、第1ボンディングの圧力は1バンプ当たり25～45g、第2ボンディングの圧力は1バンプ当たり70～95gの範囲で設定することができる。このボンディング時の圧力は、ワイヤの材質とワイヤ径によって調節される。

【0052】図6は、本実施例によるボールボンディング方法によって形成された典型的な2段バンプの形状を示している。2段バンプ7(スタッドバンプ)は、外径Rが80～90 $\mu$ m程度、全体の高さ $h_1$ が40～50 $\mu$ m程度、頂部8の先端81の径rが40～50 $\mu$ m程度である。また、底部9の高さ $h_2$ は、15～25 $\mu$ m程度である。これらの値はボンディングのピッチに応じて変えることができる。

【0053】上述のように、本実施例によれば、バンプ7を形成する工程に於いて、同時にバンプ7のレベリングを行うことができる。この工程に要する時間は、従来の技術に於いてバンプ107を形成する工程に要する時間と実質的に変わらない。従って、従来のレベリング工程に要していた時間をそのまま短縮できる。

【0054】また、本発明のボンディング方法によれば、バンプ7の形成と同時にバンプ7を押圧・整形(レベリング)するため、バンプ7は図27(a)～(c)に示されるような形状には形成されにくい。図5に示されるように、キャピラリー1は、フェイス11が電極パッド13に接するまで下降してバンプ7を押圧するため、バンプ7の頂部8を形成する金属ワイヤ4が切断されやすくなるためである。

【0055】また、レベリングの際に、バンプの片側面はキャピラリー1の側面によって支えられているため、図28(b)に示されるようなレベリングにおける頂部の倒れ込みを防ぐことができる。

【0056】このように、本発明によれば、従来のレベ

リング工程では改善できないような好ましくない形状のバンプ(不良バンプ)の形成を防ぎ、バンプの形状を一定に保つことができるので、半導体装置を回路基板により確実に接続することが可能となる。

【0057】また、本実施例では、キャピラリー1の形状を円筒型にし、また、突出部分3の形状は、キャピラリー1を製作する際の加工性を考えて、下端面31の形状が基本的に円形になるように円筒型に形成している

(図7(a)(d)参照)。突出部3がキャピラリー1の外周よりも突出し、バンプ7をレベリングするための下端面を備えているならば、他の形状にしてもよい。たとえば、図7(b)(e)に示されるように円盤状の突出部3aとしてもよく、また、図7(c)(f)に示されるように、突出部3bをキャピラリー1の片側のみに設けることもできる。なお、突出部3の下端面31は、レベリングする際にICチップ6と平行になるようにすることが望ましい。

【0058】次に、上述のようにして、バンプ7が形成された半導体装置(ICチップ)を回路基板に実装した半導体ユニットのいくつかの例を示す。以下の例において、図面では2段バンプ7の形状は模式的に表わされている。

【0059】図8は、上記のようにして形成した半導体装置を、バンプ7を介して可撓性樹脂フィルム上に形成されたリード(端子電極)群12上に実装した半導体ユニット600を示している。この例では、バンプ7はAuバンプである。リード群12の材質は、Niを下地としたAuメッキまたはSnメッキ、Al、Cu、あるいは半田等によって形成することができる。バンプ7とリード群12とを所定の位置になるように位置合わせを行った後、加熱したボンディング用のツールで加圧して、お互いの材料同士を合金化させ、もしくは、熱圧着を行わせることにより、バンプ7と可撓性樹脂フィルム上に形成されたリード群12とを電気的に接合させる。なお、熱圧着の場合には、超音波振動を併用してもよく、あるいは超音波振動のみによる圧着であってもよい。リード群12の材質はNiを下地にしたAu、Snのいずれかのもつ、あるいはAl、Cu、はんだのいずれでもよい。

【0060】図9(a)および(b)は、半導体装置のバンプ7を、回路基板15の端子電極12'上に導電性接着剤14によって接着する方法、およびそのようにして実装された半導体ユニット700を示している。図9(a)に示されるように、半導体装置のバンプ7の先端部に、導電性接着剤14を転写法や印刷法によって塗布する。2段突起状に形成されたバンプ7を用いることにより、必要量以上の導電性接着剤14がバンプ7に付着するのを防ぎ、適量の導電性接着剤14を塗布することができる。導電性接着剤14を塗布した後、図9(b)に示されるように、半導体装置を回路基板15上にフェ



イスダウン状態で搭載する。バンプ7が回路基板15の端子電極12'の所定の位置に当接するように位置合わせを行った後、導電性接着剤14を80~150℃で熱硬化させて接合層を形成する。このことにより、半導体装置のバンプ7と回路基板15上の端子電極12'とが電氣的に接続され、半導体装置が回路基板上に実装される。

【0061】本実施例によれば、2次剥がれやテール立ちを生じた不良バンプの形成を防ぐことができるため、剥がれ部分やテール部分に導電性接着剤が保持されて広がることなく、隣接したバンプや電極とショートする危険性が少ない。したがって、半導体装置と回路基板とを信頼性高く接続することができる。

【0062】図10(a)および(b)は、半導体装置を、回路基板15の端子電極12'上に、異方性導電材を用いて電氣的に接続した半導体ユニットを示している。図10(a)に示されるように、半導体ユニット800において、回路基板15上に形成された端子電極12'の上には、薄い異方性導電材16が配置されている。その上に、バンプ7を形成した半導体装置をフェイスダウン状態で載置する。半導体装置を回路基板15に対して押圧しながら加熱することにより、異方性導電材16のうちのバンプ7と端子電極12'との間に挟まれた部分は熱圧着され、電氣的接続を得ることができる。

【0063】異方性導電材16の熱圧着される部分においては、異方性導電材16に含まれる導電粒子は、バンプ7に押されて互いに圧着され、また、導電粒子が端子電極12'の表面にめり込むことによってバンプ7と端子電極12'が電氣的に接続される。圧着されない部分においては、導電性粒子は互いに離れているので、電氣的絶縁性が保たれる。

【0064】図10(b)は、バンプ7の高さおよび端子電極12の厚さの合計よりも厚い異方性導電材16'を用いた場合の半導体ユニット900を示している。回路基板15上に形成された端子電極12の上には、厚い異方性導電材16'を配置し、その上にバンプ7を形成した半導体装置をフェイスダウン状態で載置する。半導体装置を回路基板15に対して押圧しながら加熱することにより、異方性導電材16'のうちの、バンプ7と端子電極12'との間に挟まれた部分は熱圧着され、電氣的接続を得ることができる。この場合においても、バンプ7と端子電極12'とによって挟まれた部分のみ圧着され、それ以外の部分については電氣的絶縁性が保たれている。圧着された部分以外の異方性導電材16'は絶縁性接着剤として作用し、樹脂が熱硬化されることによって半導体装置と回路基板を接着する。

(実施例2) 図11は本発明の第2の実施例におけるボールボンディング用のキャピラリー41を示す図、図12(a)はその先端部40の概略断面図である。図12(b)は、キャピラリー41の先端部40の形状をより

詳細に示している。キャピラリー41は、より微細なボンディングピッチでバンプを形成するため、先端部を細く形成したボトルネック400を有している。ボトルネック400の高さは、通常500μm程度であり、図12(a)に示される例では460μmである。

【0065】図11に示されるように、円筒形のキャピラリー41は、ボトルネック400の外周部に設けられた突出部43を有している。キャピラリー41は、セラミックあるいは人工ルビーにより作られている。図12(a)に示されるように、突出部43の下端面(レベリング面)431は、キャピラリー41の先端のフェイス411に実質的に平行であり、キャピラリー41の先端のフェイス411からの高さが所定の値dであるように設けられている。キャピラリー41の内部には、キャピラリー1と同様に、ボンディング用の金属ワイヤを挿入するためのワイヤ導出孔2が設けられている。ワイヤ導出孔2の大きさは、25μmφ~50μmφ程度である。キャピラリー41(ボトルネック400)の先端部の外側は、ボンディングする間隔とボンディング後の金属ワイヤ(あるいはバンプ)の形状および大きさを考慮し、10°程度の角度がつけられている。

【0066】たとえば、25μmφ程度の金属ワイヤを用いる場合のキャピラリー41の先端部の形状を、図12(b)に示す。この場合、ホール径H:38μm、チップ径T:152μm、およびチャンファ径CD:64μmである。

【0067】上述のようなキャピラリー41は、キャピラリー1と同様に、たとえば、図3に示すようなボンダー500に取り付けられて用いられる。キャピラリー41を用いて2段バンプ7を形成する方法は、実施例1で述べた方法と全く同様である。

【0068】このように、第2の実施例によれば、より微細なボンディングピッチの場合にも、実施例1と同様に、レベリング工程を別途に設けることなく、バンプ7を形成する工程において、同時にバンプ7のレベリングを行うことができる。

【0069】また、第2の実施例によれば、より微細なボンディングピッチの場合においても、従来のレベリング工程では改善できないような好ましくない形状のバンプ(不良バンプ)の形成を防ぎ、バンプの形状を一定に保つことができるので、半導体装置を回路基板により確実に接続することが可能となる。

(実施例3) 図13は本発明の第3の実施例におけるボールボンディング用のキャピラリー51の先端部の断面図である。実施例3においては、図13に示されるように、円筒形のキャピラリー51は、その先端部の外周部に設けられた突出部53を有している。突出部53の下端面(レベリング面)531には、凹凸面54が形成されている。「凹凸面」とは、0.1~10μmの範囲の微細な溝が様々な方向に形成されることにより粗くされ

た面のことを意味している。キャピラリー 51 のその他の部分は、ボンディングピッチに応じて前述のキャピラリー 1 またはキャピラリー 41 と同様に形成することができる。

【0070】キャピラリー 51 を用いて 2 段バンプを形成する方法は、実施例 1 で述べた方法と同様である。本実施例においては、キャピラリー 51 の外周部に設けられた突出部分 53 の下端面 531 によってバンプ 57 を押圧整形する第 2 ボンディングにおいて、下端面 531 に形成された凹凸面 54 によって、バンプ 57 の頂部に凹凸面 58 が形成される。そのとき、より効果的に凹凸面 58 を形成するために、超音波振動を与えてもよい。キャピラリー 51 を用いて形成された 2 段バンプ 57 を図 14 に示す。図 15 (a) および (b) は、半導体装置のバンプ 57 を、回路基板 15 の端子電極 12' 上に導電性接着剤 14 によって接着する方法、およびそのようにして実装された半導体ユニット 710 を示している。接着方法は、実施例 1 において図 10 (a) および (b) を参照しながら説明したのと同様である。

【0071】2 段突起状に形成されたバンプ 57 を用いることにより、必要量以上の導電性接着剤 14 がバンプ 57 に付着するのを防ぎ、適量の導電性接着剤 14 を塗布することができる。本実施例においては、バンプ 57 の頂部に凹凸面 58 が形成されていることにより、導電性接着剤 14 の接着面積を増すことができる。さらに、凹凸面 58 の凹部に導電性接着剤 14 の荷電粒子が入り込むことにより、より確実な電氣的導通性を得ることができる。したがって、より信頼性の高い半導体ユニット得られる。

【0072】図 16 (a) および (b) は、半導体装置を、回路基板 15 の端子電極 12 上に、異方性導電材を用いて電氣的に接続した半導体ユニット 810 および 910 を示している。

【0073】半導体ユニット 810 および 910 は、それぞれ実施例 1 で説明した半導体ユニット 800 および 900 と同様にして実装される。半導体ユニット 810 および 910 においては、バンプ 57 の先端部に凹凸面 58 が形成されていることにより、導電粒子がバンプ 57 に接する表面積が大きくなり、電氣的接触が良くなる。さらに、凹凸面 58 が形成されているため、異方性導電材 16 または 16' の導電粒子がバンプ 57 に接する表面積、および樹脂の接着面積が大きくなるので、導電性および接着強度が増して、より信頼性の高い接続を得ることができる。

【0074】なお、異方性導電材中の導電粒子の大きさは  $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$  程度の大きさであるので、電氣的接触が効果的に得られるように、バンプ先端部に形成される凹凸面 58 の凹凸の大きさと導電粒子の大きさとを適切に選択する必要がある。

【0075】なお、図 13 において凹凸面 54 は、突出

部 53 の下端面 531 の全面にわたって設けられているが、必要な一部分だけに設けてもよい。また、本実施例では、キャピラリー 51 の形状を円筒型にし、また、突出部分 53 の形状は、キャピラリー 51 を製作する際の加工性を考えて、下端面 531 の形状が基本的に円形になるように円筒型に形成している。突出部 53 がキャピラリー 51 の外周よりも突出し、バンプ 57 をレベリングするための下端面および凹凸面を備えているならば、実施例 1 で説明したように他の形状にすることもできる。突出部 53 の下端面 531 は、レベリングする際に 1C チップ 6 と平行になるようにすることが望ましい。

(実施例 4) 図 17 は本発明の第 4 の実施例におけるボールボンディング用のキャピラリー 61 の先端部の断面図である。実施例 4 においては、図 17 に示されるように、円筒形のキャピラリー 61 は、その先端部の外周部に設けられた突出部 63 を有している。突出部 63 の下端面 631 は、レベリング面 65 とガイド部分 64 とを有している。図 17 に示されるように、突出部 63 のレベリング面 65 は、キャピラリー 61 の下端のフェイス 611 に実質的に平行であり、キャピラリー 61 の先端のフェイス 611 からの高さが所定の値  $d$  であるように設けられている。高さ  $d$  の値は、形成すべきバンプの高さに応じて設定される。

【0076】ガイド部分 64 は、下端面 631 の外周に沿って設けられた垂直方向（下向き）に突出した部分である。ガイド部分 64 は、第 2 ボンディング（レベリング）において、2 段バンプ 67 の頂部 68 を保持し、図 18 (b) に示すように 2 段バンプ 67 の頂部 68 が倒れ込むのを防ぐためのものである。ガイド部 64 の形状は、形成されるバンプ 67 の頂部 68 の形状が転写された接着剤を十分に保持できるものであれば、特に限定されない。たとえば頂部 68 は、頂部 68 の側面が垂直であるように形成することができる。キャピラリー 61 を用いて形成された 2 段バンプ 67 を図 18 (a) に示す。

【0077】キャピラリー 61 のその他の部分は、ボンディングピッチに応じてキャピラリー 1 または前述のキャピラリー 41 と同様に形成することができる。キャピラリー 61 を用いて 2 段バンプ 67 を形成する方法は、実施例 1 で述べた方法と同様である。本実施例においては、第 2 ボンディングにおいて、キャピラリー 61 の外周部に設けられた突出部分 63 の下端面 631 のレベリング面 65 によってバンプ 67 が押圧整形され、その際、下端面 631 の外周部分に形成されたガイド部分 64 によってバンプ 67 の頂部 68 が支持される。このことにより、2 段バンプ 67 の頂部 68 が倒れ込むのを防ぐことができる。また、図 28 (a) および (b) に示されるような、従来のレベリング工程で生じていた不良バンプの発生を防ぐことができる。

【0078】さらに、ガイド部 64 を設けることによ

り、パンプ 67 の頂部 68 の先端の面積をほぼ一定の大きさに形成することができるので、よりばらつきの少ない安定した形状にパンプ 67 を形成することができる。

【0079】なお、図 17 においてガイド部 64 は、下端面 631 の全外周にわたって設けられているが、必要な一部分だけに設けてもよい。また、本実施例では、キャピラリー 61 の形状を円筒型にし、また、突出部分 63 の形状は、キャピラリー 61 を製作する際の加工性を考えて、下端面 631 の形状が基本的に円形になるように円筒型に形成している。突出部 63 がキャピラリー 61 の外周よりも突出し、パンプ 67 をレベリングするためのレベリング面およびパンプ 67 の頂部 68 を支持するためのガイド部を備えているならば、実施例 1 で説明したように他の形状にすることもできる。突出部 63 のレベリング 65 は、レベリングする際に IC チップ 6 と平行になるようにすることが望ましい。

#### 【0080】

【発明の効果】以上の実施例の説明より明らかなように、本発明によれば、半導体装置のパンプを形成する工程において、同時にパンプのレベリングを行うことができるので、別途にレベリング工程を設けることなく、所望の高さと形状のパンプを得ることができる。したがって、別途にレベリング工程を設けるために要する時間とコストを削減しつつ、半導体装置と回路基板とを容易にかつ信頼性良く接続するためのレベリングされたパンプを形成することができる。また、本発明によれば、好ましくない形状のパンプの形成を防止し、ばらつきの少ない安定した形状のパンプを形成することができる。

【0081】このことにより、半導体装置と回路基板とを、より確実に、電気的に接続かつ接着できるので、極めて安定で信頼性の高い半導体装置の実装を行うことができる。また、製造工程を削減し、かつ低コストで従来以上の効果が得られるため、実用上においても極めて汎用性が高い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例におけるボールボンディング用のキャピラリーの側面図

【図 2】(a) は図 1 に示されるキャピラリーの先端部の概略断面図

(b) は同キャピラリーの先端部の形状を詳細に示す断面図

【図 3】本発明のキャピラリーが取り付けられるボンダーの一例を示す構成図

【図 4】(a) ~ (e) は、本発明によるキャピラリーを用いて 2 段パンプを形成する方法の概略を示す工程図

【図 5】本発明によるキャピラリーを用いてパンプを押圧整形する状態の断側面図

【図 6】第 1 の実施例によるキャピラリーを用いたボールボンディング方法によって形成された典型的な 2 段パンプの形状を示す側面図

【図 7】(a) ~ (f) は、それぞれ本発明のキャピラリーの突出部の可能な形状を示すキャピラリーの斜視図と断面図

【図 8】本発明によって形成された 2 段パンプを有する半導体装置の実装体 (半導体ユニット) の一例を示す側面図

【図 9】(a) および (b) は、本発明によって形成された 2 段パンプを有する半導体装置を回路基板上に導電性接着剤によって接着する前の状態および実装された半導体ユニットを示す断側面図

【図 10】(a) および (b) は、それぞれ本発明によって形成された 2 段パンプを有する半導体装置を、回路基板上に異方性導電材を用いて電気的に接続した半導体ユニットの断側面図

【図 11】本発明の第 2 の実施例によるボールボンディング用のキャピラリーを示す側面図

【図 12】(a) は図 11 に示されるキャピラリーの先端部の概略断面図

(b) はキャピラリーの先端部の形状をより詳細に示す断面図

【図 13】第 3 の実施例によるボールボンディング用のキャピラリーの先端部の断面図

【図 14】第 3 の実施例によるキャピラリーを用いて形成された 2 段パンプの形状を示す側面図

【図 15】(a) および (b) は、本発明によって形成された 2 段パンプを有する半導体装置を回路基板上に導電性接着剤によって接着する前の状態および実装された半導体ユニットを示す断側面図

【図 16】(a) および (b) は、それぞれ本発明によって形成された 2 段パンプを有する半導体装置を、回路基板上に異方性導電材を用いて電気的に接続した半導体ユニットの断側面図

【図 17】第 4 の実施例によるボールボンディング用のキャピラリーの先端部の断面図

【図 18】(a) は第 4 の実施例によるキャピラリーを用いて形成された 2 段パンプを示す側面図

(b) は頂部が倒れ込んだ 2 段パンプの形状を示す側面図

【図 19】従来のワイヤボンディング装置用のキャピラリーの一例を示す側面図

【図 20】(a) は図 19 に示されるキャピラリーの先端部の概略断面図

(b) はキャピラリーの先端部の形状をより詳細に示す断面図

【図 21】従来のワイヤボンディング装置用のキャピラリーのもう一つの例を示す側面図

【図 22】(a) は図 21 に示されるキャピラリーの先端部の概略断面図

(b) はキャピラリーの先端部の形状をより詳細に示す断面図

【図 2 3】 (a) ~ (d) は、従来のキャピラリーを用いたボールボンディング法によって 2 段バンプを形成する方法の概略を示す工程図

【図 2 4】 従来のボールボンディング法によって形成された典型的な 2 段バンプの形状を示す側面図

【図 2 5】 従来のボールボンディング法によるレベリング工程を示す側面図

【図 2 6】 従来のボールボンディング法によってレベリングされたバンプの典型的な形状を示す側面図

【図 2 7】 (a) ~ (c) は、それぞれ従来のボールボンディング法によって形成された 2 段バンプの好ましくない形状を示す側面図

【図 2 8】 (a) および (b) は、従来のレベリング工

程において生じた不良バンプの形状を示す側面図

【符号の説明】

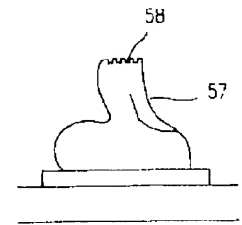
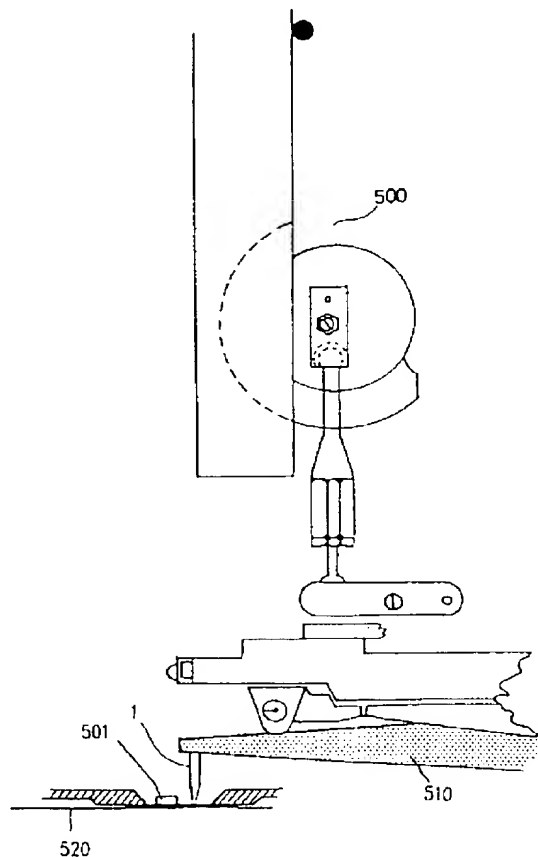
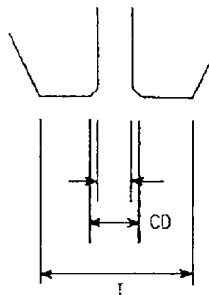
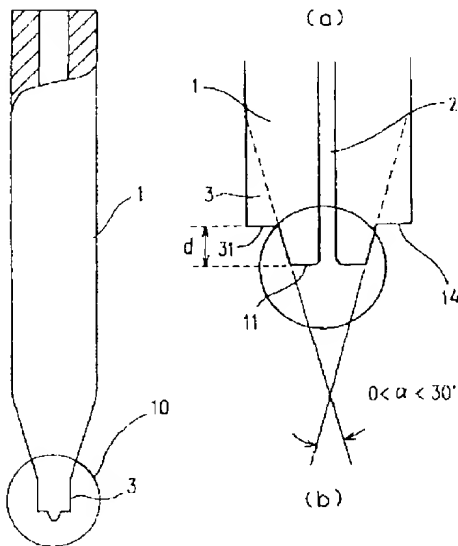
- 1 キャピラリー
- 2 ワイヤ導出孔
- 3 突出部
- 4 金属ワイヤ
- 6 ICチップ
- 7 バンプ
- 8 バンプの頂部
- 9 バンプの底部
- 11 キャピラリーのフェイス
- 13 電極パッド
- 31 突出部の下端面

【図 1】

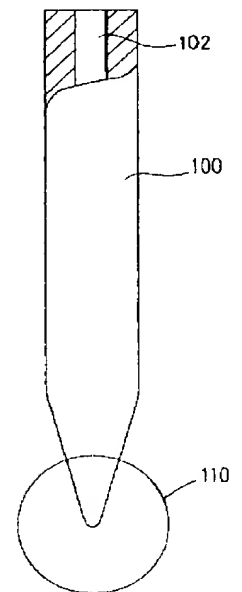
【図 2】

【図 3】

【図 1 4】

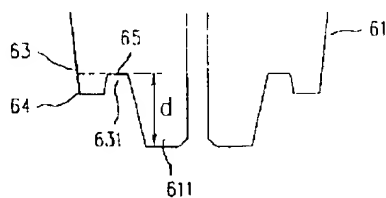
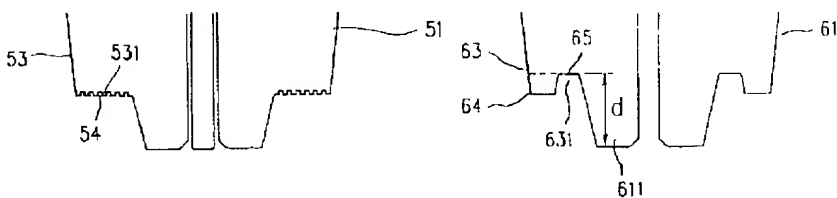


【図 1 9】

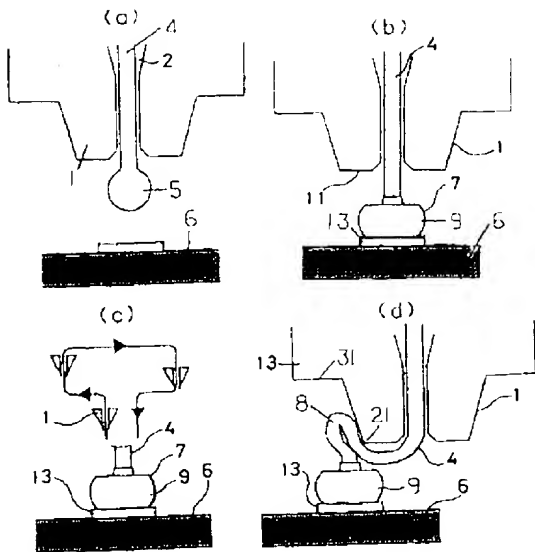


【図 1 3】

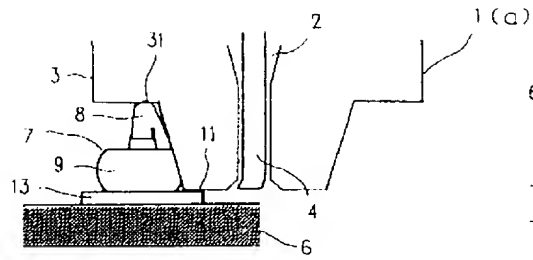
【図 1 7】



【図4】

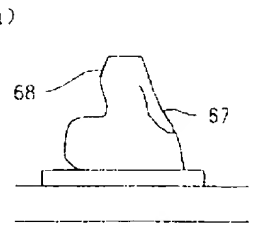


【図5】

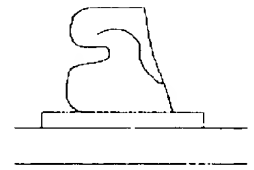


- 1 キャピラリー  
2 ファイバ導出孔  
3 突出部  
4 金属ワイヤ  
6 ICチップ  
7 パンプ  
8 パンプの頂部  
9 パンプの底部  
13 キャピラリーのフェイス  
13 電極パッド  
31 突出部の下端面

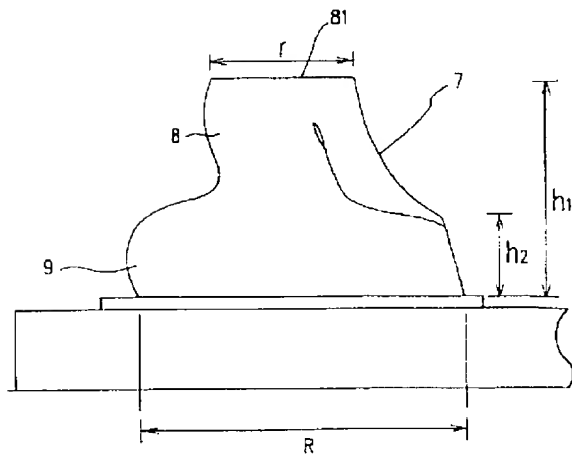
【図18】



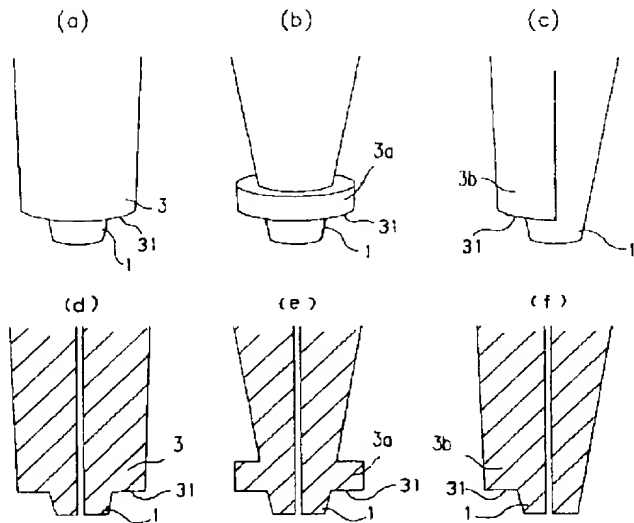
(b)



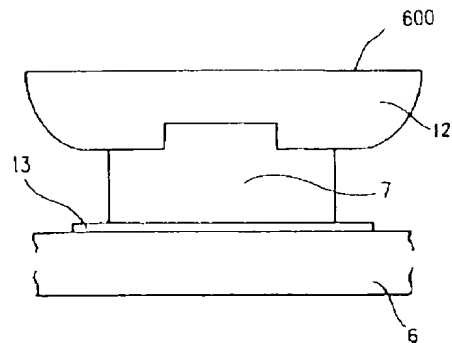
【図6】



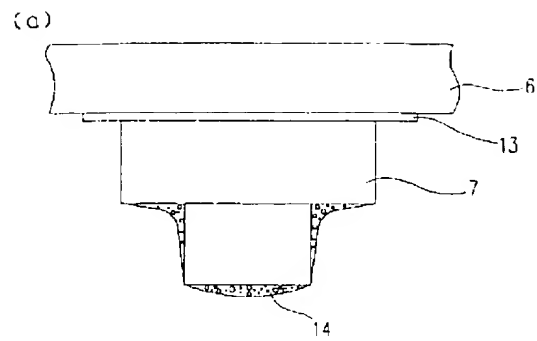
【図7】



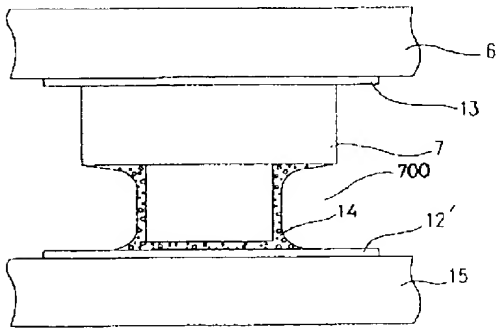
【図8】



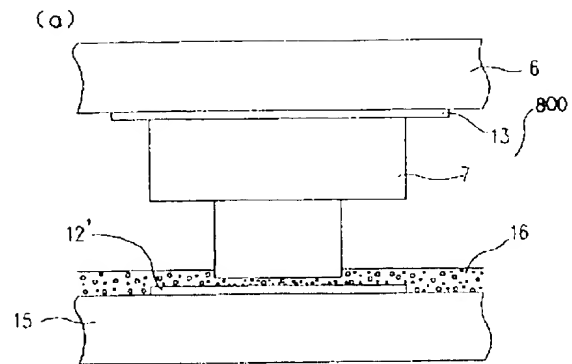
【図9】



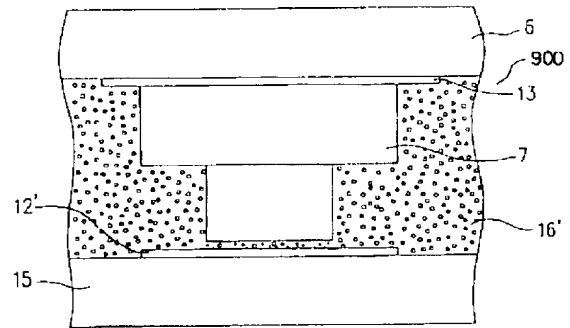
(b)



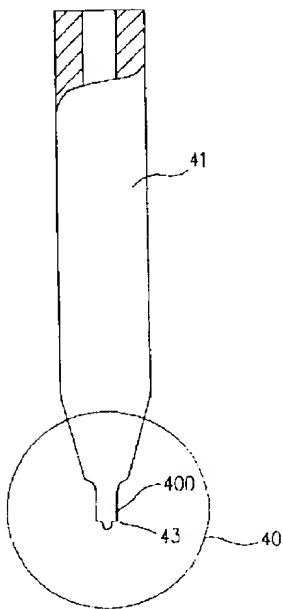
【図10】



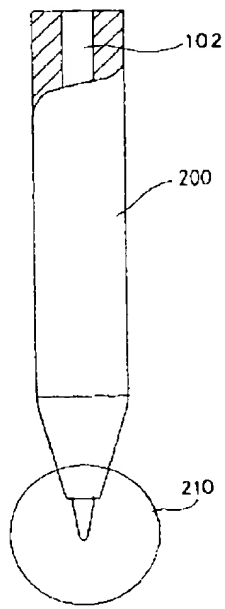
(b)



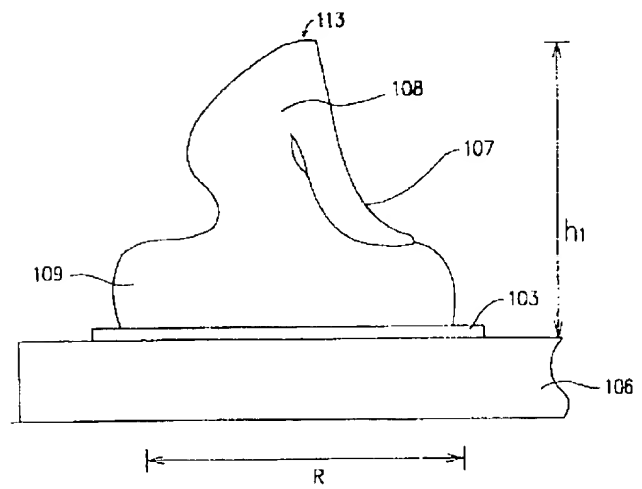
【図11】



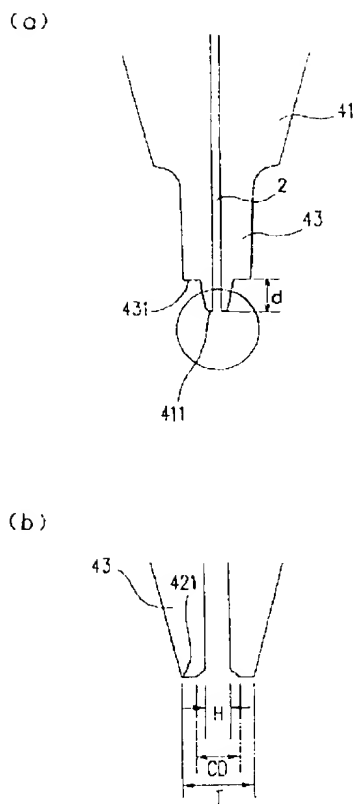
【図21】



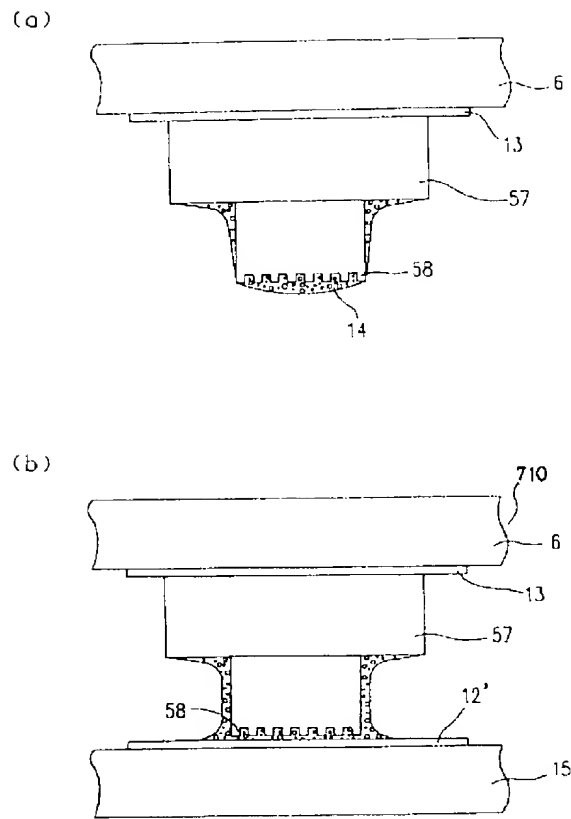
【図24】



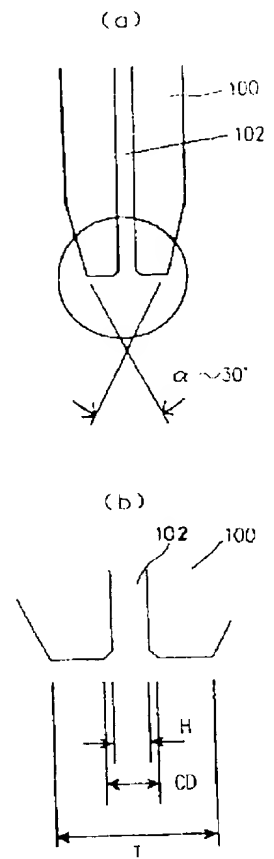
【図12】



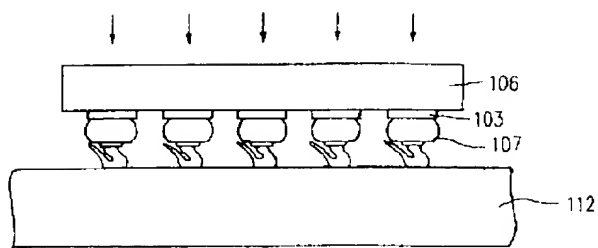
【図15】



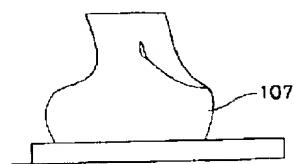
【図20】



【図25】

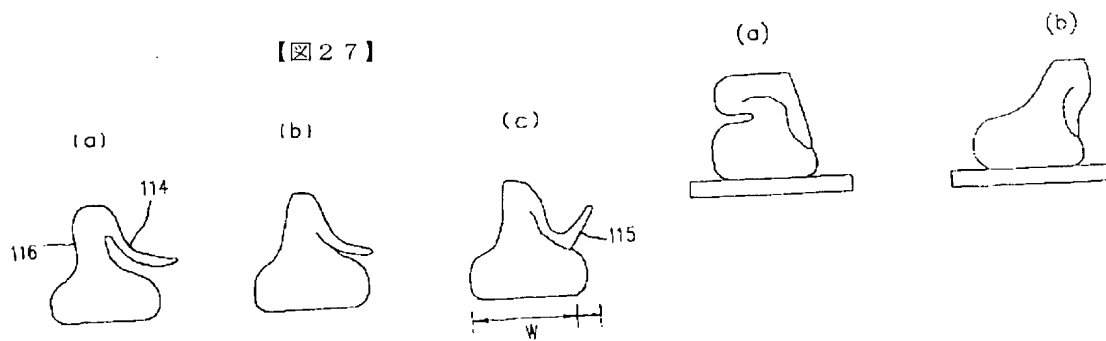


【図26】

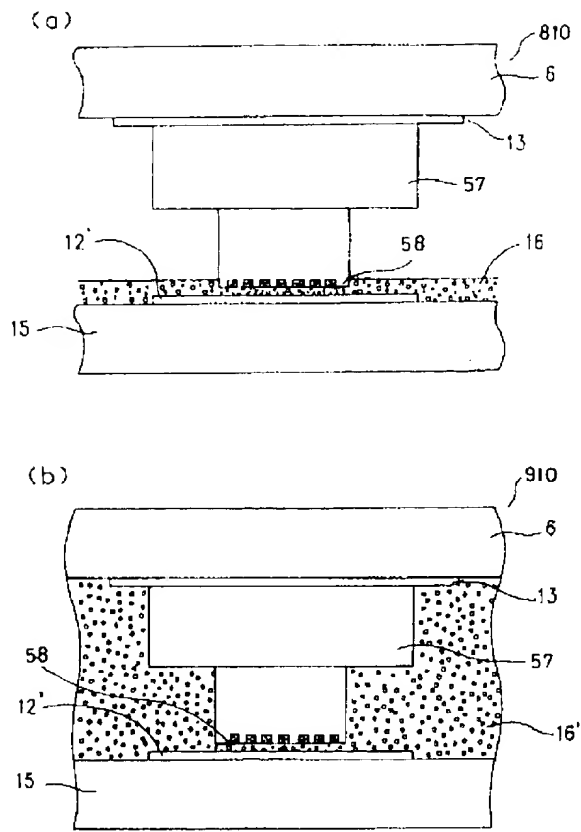


【図28】

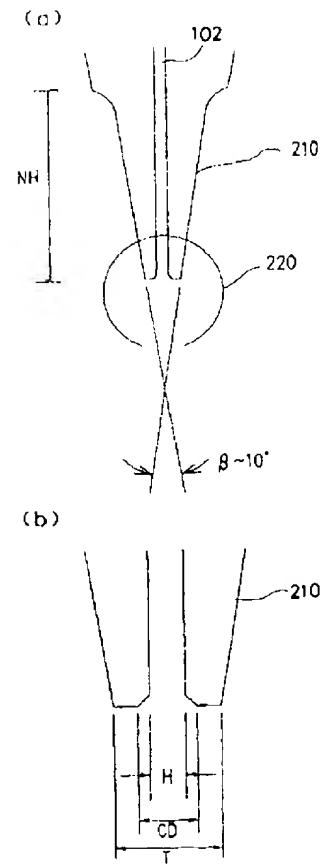
【図27】



【図16】



【図22】





【図 2 3】

